

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

NIST-02-PCT-US
reference ③

(11)Publication number : 09-097337

(43)Date of publication of application : 08.04.1997

(51)Int.Cl.

G06T 7/00
G01C 15/00
G01S 11/12
G01V 8/10
G06T 7/20
G08B 13/196
G08B 21/00
G08B 25/00
H04N 7/18

(21)Application number : 07-253372

(71)Applicant : FUJI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 29.09.1995

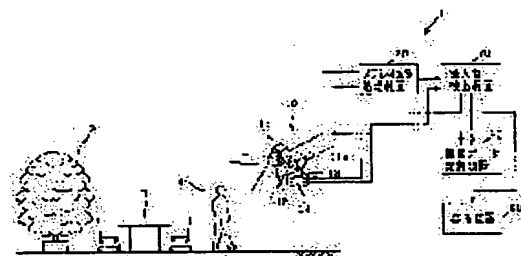
(72)Inventor : HANAWA KEIJI

(54) TRESPASSER MONITOR DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To detect a trespasser with high precision without being affected by the lightness of a background or an object present in the background and perform monitoring over a wide range.

SOLUTION: A couple of stereoscopic image are processed by a stereoscopic image processor 20 to calculate a three-dimensional distance distribution over the entire image and then a trespasser detecting device 70 calculates the three-dimensional positions of respective parts of a subject corresponding to information of the distance distribution, and then divides the three-dimensional space to be monitored into plural cubic gratings and extract a cubic grating where the number of data points in the grating exceeds a threshold value as a cubic grating except the cubic grating including an existent object. The data of the cubic grating where it is judged that an object is present are used to judge the kind of the detected object and the object is the same as the last trespasser, the trespasser is traced and recorded while the image pickup position is changed. Consequently, the trespasser can be detected with high precision without being affected by the lightness of the background and the object present in the background and the monitoring is performed over a wide range.



THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-97337

(43) 公開日 平成9年(1997)4月8日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
G 0 6 T 7/00			G 0 6 F 15/62	4 1 5
G 0 1 C 15/00			G 0 1 C 15/00	A
G 0 1 S 11/12		9419-2E	G 0 8 B 13/196	
G 0 1 V 8/10			21/00	E
G 0 6 T 7/20			25/00	5 1 0 M
審査請求 未請求 請求項の数 3 OL (全 9 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平7-253372

(22) 出願日 平成7年(1995)9月29日

(71) 出願人 000005348

富士重工業株式会社

東京都新宿区西新宿一丁目7番2号

(72) 発明者 嶋 圭二

東京都三鷹市大沢3丁目9番6号 株式会

社スバル研究所内

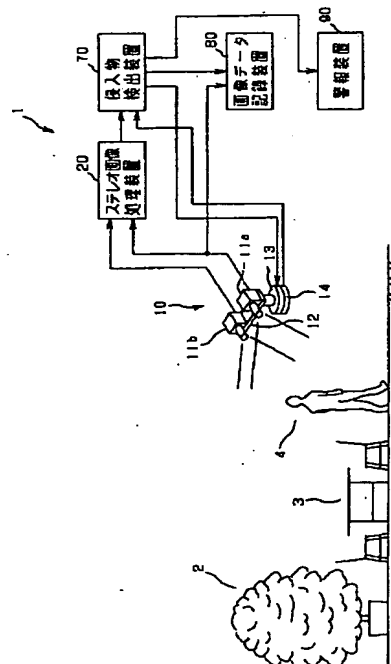
(74) 代理人 弁理士 伊藤 進

(54) 【発明の名称】 侵入物監視装置

(57) 【要約】

【課題】 背景の明るさや背景に存在する物体の影響を受けることなく高精度に侵入物を検出することができるとともに、広範囲に渡って監視を行う。

【解決手段】 ステレオ画像対をステレオ画像処理装置20で処理して画像全体に渡る三次元の距離分布を算出すると、侵入物検出装置70で、その距離分布の情報に対応する被写体の各部分の三次元位置を計算した後、監視対象となる三次元空間を複数の立方格子に分割し、既存物体の含まれる立方格子を除外して各立方格子に含まれるデータ点の個数が閾値を越えるものを物体が存在する立方格子として抽出する。そして、物体有り判定された立方格子のデータから検出物の種類を判定し、前回と同じ侵入物の場合には、撮像位置を変えて侵入物の追跡・記録を行う。これにより、背景の明るさや背景に存在する物体の影響を受けることなく高精度に侵入物を検出するとともに、広範囲に渡って監視を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 同一の監視領域を異なる視点から撮像したステレオ画像対を処理し、このステレオ画像対の対応位置のずれ量から画像全体に渡る距離分布を算出するステレオ画像処理手段と、

上記ステレオ画像処理手段からの距離分布情報に対応する被写体の各部分の三次元位置を求め、求めた三次元位置に基づいて物体の有無を判定し、監視領域内への侵入物を検出する侵入物検出手段とを備えることを特徴とする侵入物監視装置。

【請求項2】 上記侵入物検出手段は、監視領域の三次元空間を複数の立方格子で分割し、各立方格子に含まれる上記三次元位置のデータ数に基づいて、物体が存在する立方格子を抽出することを特徴とする請求項1記載の侵入物監視装置。

【請求項3】 上記侵入物検出手段は、物体が存在する立方格子を抽出する際、背景及び既存の物体の三次元位置データが含まれる立方格子を検出対象外として除外することを特徴とする請求項2記載の侵入物監視装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、所定の監視領域を撮像し、撮像画像から監視領域内への侵入物を検出する侵入物監視装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、画像技術の応用の1つとして、所定の監視領域をTVカメラで撮像し、この撮像画像を解析して監視領域への侵入物を自動的に検出する技術が開発されており、例えば、特開平4-101594号公報には、1台のTVカメラから一定の時間差をもって取り込んだ2つの画像の輝度の差分に基づいて侵入物を検知する技術が開示されている。

【0003】しかしながら、屋外の自然環境下で太陽等の明るさが大幅に変化する場合や、背景中の樹木等が大きく揺れているような場合には、これらの背景も侵入物として誤検出される可能性があり、さらに、物体の三次元空間での正確な位置が検出できないため、監視対象の後方（遠方）あるいは前方にある監視対象外の領域が画像中に映り込んでいる場合、検出された物体が監視対象内か否かを正確に判定することができないという問題がある。

【0004】このため、特開平4-31996号公報には、同一の監視領域を異なる視点から撮像する2台のカメラを用い、各々のカメラで撮像した画像について時間的な変化を検出した後、その変化が発生した部分についてステレオマッチングを行うことにより変化部分の三次元位置を求め、変化部分（検出物）が適切な位置に存在するか否かを判定して侵入者・物を検出することにより、侵入者・物が存在するはずのない位置に光や影の変化が生じて、誤判定を回避することのできる技術が開

示されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、任意の物体が存在する場所、特に屋外で監視を行う場合を考慮すると、画像の時間的な変化を検出する限り、背景の明るさが変化すると、それらの背景が全て検出されて侵入物が埋もれてしまい、侵入物のみを精度良く検出することが困難となる。

【0006】さらに、画像の時間的な変化を検出するためには、カメラが背景に対して固定されている必要があり、広範囲な監視領域をカバーしようとする、多数のカメラを各々の監視領域に向けて設置しなければならない。

【0007】本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、背景の明るさや背景に存在する物体の影響を受けることなく高精度に侵入物を検出することができるとともに、広範囲に渡って監視を行うことのできる侵入物監視装置を提供することを目的とする。

【0008】

20 【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、同一の監視領域を異なる視点から撮像したステレオ画像対を処理し、このステレオ画像対の対応位置のずれ量から画像全体に渡る距離分布を算出するステレオ画像処理手段と、上記ステレオ画像処理手段からの距離分布情報に対応する被写体の各部分の三次元位置を求め、求めた三次元位置に基づいて物体の有無を判定し、監視領域内への侵入物を検出する侵入物検出手段とを備えることを特徴とする。

30 【0009】請求項2記載の発明は、請求項1記載の発明において、上記侵入物検出手段は、監視領域の三次元空間を複数の立方格子で分割し、各立方格子に含まれる上記三次元位置のデータ数に基づいて、物体が存在する立方格子を抽出することを特徴とする。

【0010】請求項3記載の発明は、請求項2記載の発明において、上記侵入物検出手段は、物体が存在する立方格子を抽出する際、背景及び既存の物体の三次元位置データが含まれる立方格子を検出対象外として除外することを特徴とする。

40 【0011】すなわち、請求項1記載の発明では、ステレオ画像処理手段での処理結果から得られる画像全体に渡る距離分布情報に対し、侵入物検出手段で被写体の対応する各部分の三次元位置を求めた後、求めた三次元位置に基づいて物体の有無を判定し、監視領域内への侵入物を検出する。

【0012】この場合、請求項2記載の発明では、請求項1記載の発明における侵入物検出手段において、監視領域の三次元空間を複数の立方格子に分割し、各立方格子に含まれる上記三次元位置のデータ数に基づいて物体が存在する立方格子を抽出することで物体の有無を判定し、侵入物を検出する。

【0013】また、請求項3記載の発明では、請求項2記載の発明において、背景及び既存の物体の三次元位置データが含まれる立方格子を検出対象外として除外し、残りの立方格子の中から物体が存在する立方格子を抽出する。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図面は本発明の実施の一形態に係わり、図1は監視装置の全体構成図、図2は監視装置の回路構成図、図3はずれ量検出処理のフローチャート、図4は侵入物検出処理のフローチャート、図5は座標系を示す説明図、図6は距離画像上の座標値と対象物体との位置関係を示す説明図、図7は距離画像と対象物体との位置関係を垂直断面によって示す説明図、図8はカメラの左右方向の回転角を示す上面図、図9は三次元空間の分割を示す説明図である。

【0015】図1において、符号1は、例えばビルの屋内や屋外の駐車場等に設置され、所定の監視領域内へ侵入する人物、動物、自動車等の侵入物を監視する監視装置であり、図においては、オフィスの室内や廊下等、植木2やテーブル3等が存在する監視領域を撮像し、この撮像画像から侵入物として侵入者4を検出して監視する例を示している。

【0016】上記監視装置1は、1組のカメラによって同一の監視領域を異なる視点から撮像するステレオ光学系10、このステレオ光学系10で撮像したステレオ画像対に対し、対応する位置のずれ量から三角測量の原理によって画像全体に渡る距離情報を求める処理を行い、三次元の距離画像を生成するステレオ画像処理装置（ステレオ画像処理手段）20、このステレオ画像処理装置20からの距離画像を解析して被写体の各部分の三次元位置を求め、求めた三次元位置に基づいて物体の有無を判定し、監視領域内への侵入物を検出する侵入物検出装置（侵入物検出手段）70、この侵入物検出装置70によって検出された侵入物の位置データを記録するとともに、画像を記録する画像データ記録装置80、及び、上記侵入物検出装置70からの侵入物の検出信号が入力さ*

$$H = \sum |A_i - B_i|$$

このため、上記ステレオ画像処理装置20は、例えば図2に示されるような回路構成となっており、この回路構成例では、上記カメラ11a、11bで撮像したアナログ画像を所定のデジタル画像に変換する画像変換部30、この画像変換部30からの画像データに対し、左右画像の対応する小領域のずれ量dを決定するためのシティブロック距離Hを画素を一つずつずらしながら次々と計算するシティブロック距離計算部40、このシティブロック距離Hの最小値を検出し、得られた最小値が左右小領域の一致を示すものであるか否かをチェックしてずれ量dを決定する最小値検出・チェック回路50、この最小値検出・チェック回路50で決定したずれ量dに基

*れたとき、ブザーあるいはランプ等に警報信号を出力する警報装置90等を備えている。

【0017】上記ステレオ光学系10は、例えば電荷結合素子（CCD）等を用いた2台のカメラを主として構成され、左右のカメラ11a、11bがステー12に固定されている。主カメラである左カメラ11aの下部には、モータ等からなるカメラ回転装置13が取り付けられ、このカメラ回転装置13に、エンコーダ等からなるカメラ位置検出装置14が取り付けられている。

【0018】すなわち、監視領域が広く、一定位置での各カメラ11a、11bの視野ではカバーできない場合、本発明においては一定位置での画像の時間的変化から侵入物を検出する訳ではなく、後述するように、所定位置で撮像したステレオ画像対を処理して画像全体に渡る三次元の距離分布を求め、その三次元位置に基づいて侵入物を検出するため、上記カメラ回転装置13によってステレオ光学系10全体を左右あるいは上下に回転することで、監視領域を広範囲に渡ってカバーすることができる。

【0019】上記ステレオ光学系10で撮像した左右画像のずれ量dを検出するには、左右画像における同一物体の像を見つけ出す必要があり、本発明では、次に述べるステレオ画像処理装置20において、画像を小領域に分割し、それぞれの小領域内の輝度あるいは色のパターンを左右画像で比較して一致する領域を見つけ出すことで、被写体の明るさや色等によって影響を受けことなく、また、屋外での光の条件が大きく変化しても影響を受けることなく、全画面に渡って正確に距離分布を求めることができる。

【0020】左右画像の一致度は、右画像、左画像のi番目画素の輝度（色を用いても良い）を、それぞれ、 A_i 、 B_i とすると、例えば、以下の(1)式に示すシティブロック距離Hによって評価することができ、左右画像の各小領域間のシティブロック距離Hの最小値が所定の条件を満たすとき、互いの小領域が対応すると判断することができる。

【0021】

… (1)

づく距離分布情報（距離画像）を記憶する距離画像メモリ60が備えられている。

【0022】上記画像変換部30には、左右画像用のカメラ11a、11bに対応して、A/Dコンバータ31a、31bが備えられ、各A/Dコンバータ31a、31bに、それぞれ、ROMからなるルックアップテーブル（LUT）32a、32bが接続され、低輝度部分に対するコントラスト補正、CCDアンプの固有ゲインの補正等が行われる。さらに、各LUT32a、32bには、左画像メモリ33a、右画像メモリ33bがそれぞれ接続されている。

【0023】上記左右画像メモリ33a、33bに記録

された画像データは、シティブロック距離計算部40で画像の一部が繰り返し取り出されて処理される。このシティブロック距離計算部40は、上記左画像メモリ33aからの画像データが入力される2組の左画像用入力バッファメモリ41a、41bに、左画像用シフトレジスタ43が接続されるとともに、上記右画像メモリ33bからの画像データが入力される2組の右画像用入力バッファメモリ42a、42bに、右画像用シフトレジスタ44が接続され、各シフトレジスタ43、44がシティブロック距離計算回路45に接続されて構成されている。

【0024】上記シティブロック距離計算回路45は、例えば、加減算器に入出力ラッチをつなげた高速演算器を組み合わせ、ピラミッド状に接続したパイプライン構造となっており、数画素分を同時に入力して計算するようになっている。このピラミッド型構造の初段は絶対値演算器であり、中間段はそれぞれが加算器を構成し、最終段は総和加算器となっている。

【0025】また、最小値検出・チェック回路50は、上記シティブロック距離計算回路45の出力と同期してシティブロック距離Hの最小値HMIN及び最大値HMAXを検出し、得られたシティブロック距離Hの最小値HMINが本当に左右小領域の一致を示しているものかどうかチェックを行ない、条件を満たしたもののみ、上記侵入物検出装置70とのインターフェースとなるデュアルポートメモリ等からなる上記距離画像メモリ60の対応する画素の位置にずれ量dを出力する。

【0026】一方、上記侵入物検出装置70は、上記距離画像メモリ60に書込まれたずれ量dを讀出して各種の計算処理を行なうマイクロプロセッサ71を中心に構成され、カメラ11a、11bの取り付け位置や視野角等のパラメータ、監視領域の位置や範囲等のデータ、及び、制御プログラムを記憶するROM72、計算処理途中の各種データを記憶するRAM73、処理結果を記憶する出力用メモリ74、インターフェース回路75等から構成されている。

【0027】上記インターフェース回路75の出力ポートには、上記警報装置90が接続されるとともに、駆動回路76を介して上記カメラ回動装置13が接続され、入力ポートに上記カメラ位置検出装置14が接続されている。

【0028】また、上記画像データ記録装置80には、上記侵入物検出装置70が上記出力用メモリ74を介して接続されるとともに、上記ステレオ光学系10の主カメラ（左カメラ）11aが接続され、侵入物が検出された場合、侵入物の位置データ等を記録するとともに、そのときの画像をビデオテープ等に記録する。

【0029】上記ステレオ光学系10のカメラ11a、11bによって撮像されたステレオ画像対は、上記ステレオ画像処理装置20で左右画像のマッチングが行わ

れ、距離画像が生成されて距離画像メモリ60に記憶される。上記侵入物検出装置70では、距離画像メモリ60からの距離分布情報に基づく物体の三次元的な位置座標により、侵入物を背景から区別して認識し、その認識結果を出力用メモリ74に出力する。

【0030】以下、上記ステレオ画像処理装置20によるずれ量検出処理、上記侵入物検出装置70による侵入物検出処理について、図3及び図4のフローチャートに従って説明する。

10 【0031】まず、ずれ量検出処理では、図3のステップS101で、左右のカメラ11a、11bによって撮像した画像を入力すると、ステップS102へ進み、入力したアナログ画像をA/Dコンバータ31a、31bで所定の輝度階調（例えば256階調のグレースケール）を有するデジタル画像に変換する。

20 【0032】上記各A/Dコンバータ31a、31bによって変換されたデジタル画像は、LUT32a、32bで、低輝度部分のコントラスト増強、左右のカメラ11a、11bの特性補償等が行なわれ、画像メモリ33a、33bに記録される。尚、上記画像メモリ33a、33bに記憶される画像は、カメラ11a、11bのCCD素子の全ラインのうち、その後の処理に必要なラインのみであり、所定時間毎に書換えられる。

30 【0033】その後、左右の画像メモリ33a、33bに記録された画像データは、ステップS103で、各画像メモリ33a、33bから数ラインずつ入力バッファメモリ41a、41b、42a、42bへ転送され、左右画像のマッチング、すなわち一致度の評価が行なわれる。

40 【0034】その際、左右の画像毎に、上記画像メモリ33a、33bから上記入力バッファメモリ41a、41b、42a、42bへの読み込み動作と、シフトレジスタ43、44に対する書き込み動作とが交互に行なわれる。例えば、左画像メモリ33aから一方の入力バッファメモリ41aに画像データが読み込まれている間に、他方の入力バッファメモリ41bからシフトレジスタ43へ読み込んだ画像データの書き出しが行なわれ、右画像メモリ33bから一方の入力バッファメモリ42aに画像データが読み込まれている間に、他方の入力バッファメモリ42bからシフトレジスタ44へ読み込んだ画像データの書き出しが行なわれる。

【0035】そして、各シフトレジスタ43、44は、偶数段の内容を同時にシティブロック距離計算回路45に出力し、シティブロック距離Hの計算が始まると、右画像のデータはシフトレジスタ44内に保持されて、クロック毎に奇数ライン、偶数ラインのデータが交互に出力される。

50 【0036】一方、左画像のデータはシフトレジスタ43に転送され続け、奇数ライン、偶数ラインのデータが交互に出力されつつ、数クロック毎に1画素分右のほうにずれたデータに置き換わっていく。この動作を繰り返

し、その後、一つの小領域に対する転送が終了すると、図示しないアドレスカウンタ内の左画像用アドレスカウンタに右画像用アドレスカウンタの内容（次の小領域の先頭アドレス）がセットされ、次の小領域の処理が始まる。

【0037】シティブロック距離計算回路45では、ピラミッド型構造初段の絶対値演算器に数画素分のデータを入力し、左右画像の輝度差の絶対値を計算する。すなわち、右画素の輝度から対応する左画素の輝度を引き算し、結果が負になった場合、演算命令を変えることにより、引く方と引かれる方を逆にして再び引き算を行なうことにより、絶対値の計算を行なう。従って、初段では引き算を2回行なう場合がある。

【0038】次いで、初段を通過すると、中間段の各加算器で二つの同時入力データを次々と加算し、最終段の総和加算器で二つの連続するデータを加え合わせて総和を計算する。そして、小領域を形成する画素分のシティブロック距離Hを数クロック毎に最小値検出・チェック回路50へ出力する。

【0039】次に、ステップS104へ進み、上記ステップS103で算出したシティブロック距離Hの最大値HMAX、最小値HMINを最小値検出・チェック回路50で検出する。この最小値検出・チェック回路50では、最初に出力されてきたシティブロック距離H（ずれ量d=0）と、次のクロックで出力されてきたシティブロック距離H（ずれ量d=1）とを比較し、比較結果が小のときのみ、ずれ量dを保存する。そして、この比較演算を繰り返して、計算途中での最大値、最小値、及び、そのときのずれ量dを保存して、これまでの値の最大値HMAX、最小値HMINを更新し、ずれ量dが所定画素数になるまで計算を続ける。

【0040】計算が終了すると（最後のシティブロック距離Hが出力されてから1クロック後）、ステップS105で、得られた最小値HMINが本当に左右小領域の一致を示すものであるか否かを、以下の3つの条件によりチェックする。

【0041】（1） $HMIN \leq H_a$ （最小値HMINがしきい値 H_a より大きいときには距離を検出できず。）

（2） $HMAX - HMIN \geq H_b$ （得られた最小値HMINがノイズによる揺らぎより明らかに低くなっていることをチェックするための条件であり、最小値HMINの近傍の値との差でなく、最大値HMAXと最小値HMINとの差をしきい値 H_b と比較してチェックを行なうことにより、曲面などの緩やかに輝度の変わる物体に対しても距離検出が行なえる。）

（3）右画像の小領域内の横方向の隣接画素間の輝度差 $> H_c$ （しきい値 H_c を大きくするとエッジ検出となるが、輝度が緩やかに変化している場合にも対応可能なよ

*うに、しきい値 H_c は通常のエッジ検出レベルよりはずっと低くしてある。この条件は、輝度変化のない部分では、距離検出が行なえないという基本的な原理に基づいており、小領域中の画素毎に行なわれるため、小領域の中でも実際に距離の検出された画素のみが採用されることになり、自然な結果が得られる。）

すなわち、シティブロック距離Hが最小となるずれ量が求めるずれ量dとなる訳であるが、以上の3つのチェック条件を満足した場合に、ステップS106で、ずれ量dを距離画像メモリ60へ出力し、満足しない場合には、データを採用せずに“0”を距離画像メモリ60へ出力し、処理を抜ける。

【0042】上記距離画像メモリ60に記憶される距離分布情報は、ステレオ画像対の各画素のうち、左右方向に隣合う画素間で明暗変化が大きい部分（距離データを持っている部分）を抽出した画像のような形態（距離画像）をしており、距離画像上の座標系を、画像中央を原点とし、横方向をi座標軸、縦方向をj座標軸とすると、座標値（i, j, d）が距離分布情報として得られる（単位は画素）。

【0043】上記距離画像メモリ60に記憶された距離分布情報は、侵入物検出装置70に読込まれる。この侵入物検出装置70における侵入物検出処理では、図4のステップS201で、距離画像メモリ60から座標値（i, j, d）を読込むと、ステップS202へ進み、カメラ位置検出装置14によって検出される主カメラ（左カメラ）11aの光軸の水平線に対する俯角 θ_f 及び左右方向の回転角 θ_r を読込み、距離画像の座標値を実空間の座標値に変換する。

【0044】すなわち、実空間の監視領域に対し、図5に示すように、左カメラ11aの真下の床面を原点とし、この原点から右カメラ11b側にX軸（ $X > 0$ ）、左カメラ11aの上方にY軸（ $Y > 0$ ）、左カメラ11a前方にZ軸（ $Z > 0$ ）を延出し、X軸とZ軸とでなす平面が床面に一致するような座標系を設定し、距離画像の座標値（i, j, d）から被写体の三次元位置（X, Y, Z）を求める。

【0045】この場合、例えば、図6及び図7に示すように、侵入者4の頭部の点をPとし、この点Pの距離画像上の座標値を（ i_p, j_p, d_p ）とすると、点Pを含み、左カメラ（主カメラ）11aの光軸と垂直な平面までの距離 D_{dp} は、左右のカメラ11a, 11bの取り付け間隔をr、1画素当たりの視野角をPWとして、以下の(2)式により求めることができ、また、点Pと左カメラ11aとを結ぶ直線 L_p の長さ G_p は、以下の(3)式で求めることができる。

【0046】

$$D_{dp} = r / (PW \times d_p) \quad \dots (2)$$

$$G_p = (D_{ip2} + D_{jp2} + D_{dp2}) \quad \dots (3)$$

但し、 $Dip = Ddp \times PW \times ip$

$Djp = Ddp \times PW \times jp$

また、カメラ位置検出装置14から得られる俯角 θf
(図7参照)と、Z軸に対する左右方向の回転角 θr *

$$\theta fp = \theta f + jp \times PW \quad \dots (4)$$

$$\theta rp = \theta r + ip \times PW \quad \dots (5)$$

従って、左カメラ11aの取り付け高さをCHとする ※とができる。

と、点PのX、Y、Z座標系での三次元位置(Xp、Y

p、Zp)は、以下の(6)、(7)、(8)式によって求めるこ ※

$$Xp = Gp \times \cos(\theta fp) \times \sin(\theta rp) \quad \dots (6)$$

$$Yp = Gp \times \sin(\theta fp) + CH \quad \dots (7)$$

$$Zp = Gp \times \cos(\theta fp) \times \cos(\theta rp) \quad \dots (8)$$

以上のようにして、距離画像上の全ての点を実空間の三次元位置に変換すると、上記ステップS202からステップS203へ進み、図9に示すように、監視対象となる三次元空間を、一辺の長さが1k(例えば、0.2m~0.5m)の立方格子に分割し、各立方格子に含まれるデータ点の個数を求める。

【0049】上記立方格子の設定に際しては、立方格子を床面や壁面から例えば数cm程度離して設定する等して、監視対象を三次元的に任意の形状で設定することができ、床面や壁面を改めて物体として検出することを防止することができる。

【0050】次に、ステップS204へ進み、植木2やテーブル3等の監視領域内に元々存在する既存物体を侵入者4と区別するため、予め既知である既存物体の三次元位置に基づいて、該当する立方格子を監視の対象から除外する。

【0051】尚、配置替え等により既存物体の三次元位置が既知でない場合には、侵入物のない状況を監視員が確認し、その状況を撮像して得られる距離画像から物体検出を行って物体が検出された立方格子を除外する。これにより、既存物体と侵入物とを簡便に区別することができ、侵入物が監視領域内か否かの判定が正確に行える。

【0052】すなわち、監視領域内に任意の物体が存在していても、それらを検出対象外として簡便に除外することができ、オフィス等の室内、廊下等の様々な場所での監視を可能とし、また、屋外において風に揺れる樹木があっても、揺れる範囲を検出対象外とすることで、樹木を誤検出することなく侵入者を精度良く検出することができるのである。

【0053】その後、ステップS205へ進み、監視対象となる立方格子に対し、各立方格子に含まれるデータ数を度数としてヒストグラムを作成すると、ステップS206で、ヒストグラムの度数が予め設定した閾値を越えている立方格子を抽出し、物体が存在するか否かを判断する。

【0054】この場合、距離画像中には、誤って検出されたノイズ状のデータも存在し、上記ヒストグラム上で

* (図8参照)とにより、直線Lpの俯角 θfp 及び回転角 θrp は、以下の(4)、(5)式で求めることができる。

【0047】

※とができる。

【0048】

は、実際には物体の存在しない位置にも多少のデータが現れるが、これらは何もない空間に浮いた点のように認識され、あまり大きなデータ数とならない。

【0055】すなわち、物体が存在する立方格子の度数は大きな値を示し、誤った距離データによって発生する度数は小さな値となるため、ヒストグラムの度数が閾値を越えているとき、物体が存在すると判断して該当する立方格子を抽出し、度数が閾値以下のときには、物体が存在しないと判断することにより、画像のデータに多少のノイズが含まれている場合においても、ノイズの影響を最小限にして物体を検出できる。

【0056】そして、上記ステップS206で、物体無しと判断されたときには、処理を抜け、物体有りとは判断されたとき、ステップS207へ進んで、物体有りとは判定された複数の立方格子に対し、隣接する立方格子をまとめて一つのグループとし、グループ毎にラベル付けを行う。

【0057】次いで、ステップS208へ進み、グループ毎のデータを二次元の画像上に投影し、各データを線分で連結して輪郭像を作成して物体の高さ、横幅等の形状寸法を算出すると、ステップS209で、検出物の種類(人物、動物、自動車等)を判定し、ステップS210へ進んで、警報を出力するか否かを判断する。

【0058】例えば、検出物が猫等の人間以外的小動物であると判定され、特に警報を出力するまでもない場合には、上記ステップS210から処理を抜け、検出物の形状寸法が人間と同程度であり、侵入者有りとは判定された場合には、上記ステップS210からステップS211へ進んで警報装置90を作動させ、ブザーあるいはランプ等によって警報を発生し、監視員等に知らせる。

【0059】そして、上記ステップS211からステップS212へ進み、検出物の重心位置を計算すると、ステップS213へ進んで前回処理での重心位置と比較し、予め設定した閾値内で一致するか否かを調べる。

【0060】その結果、今回処理での検出物の重心位置が前回処理の重心位置と閾値内で一致したときには同一の侵入物と判定し、上記ステップS213からステップS214へ進んでカメラ回動装置13を駆動し、その重心位置を追跡するとともに主カメラ(左カメラ)11aの画像を

記録し、侵入物の追跡・記録を行うことで広範囲に渡って監視を続ける。

【0061】一方、上記ステップS213で、今回処理と前回処理での重心位置が閾値内で一致しないときには、新たな侵入物と判断し、ステップS215へ進んで、その重心位置を記憶して処理を抜ける。

【0062】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1記載の発明によれば、同一の監視領域を異なる視点から撮像したステレオ画像対を処理し、このステレオ画像対の対応位置のずれ量から画像全体に渡る距離分布を算出した後、この距離分布の情報に対応する被写体の各部分の三次元位置を求め、求めた三次元位置に基づいて物体の有無を判定し、監視領域内への侵入物を検出するため、背景の明るさや背景に存在する物体の影響を受けることなく高精度に侵入物を検出することができ、また、撮像位置を任意に変換して広範囲に渡って監視を行うことができる。

【0063】この際、請求項2記載の発明によれば、監視領域の三次元空間を複数の立方格子で分割し、各立方格子に含まれる上記三次元位置のデータ数に基づいて、物体が存在する立方格子を抽出するため、侵入物が監視領域内か否かの判定が正確に行え、また、請求項3記載の発明によれば、物体が存在する立方格子を抽出する *

* 際、背景及び既存の物体の三次元位置データが含まれる立方格子を検出対象外として除外するため、監視領域内に任意の物体が存在していても、それらを的確に検出対象外として除外することができ、様々な場所で高精度に侵入物を検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】監視装置の全体構成図

【図2】監視装置の回路構成図

【図3】ずれ量検出処理のフローチャート

10 【図4】侵入物検出処理のフローチャート

【図5】座標系を示す説明図

【図6】距離画像上の座標値と対象物体との位置関係を示す説明図

【図7】距離画像と対象物体との位置関係を垂直断面によって示す説明図

【図8】カメラの左右方向の回転角を示す上面図

【図9】三次元空間の分割を示す説明図

【符号の説明】

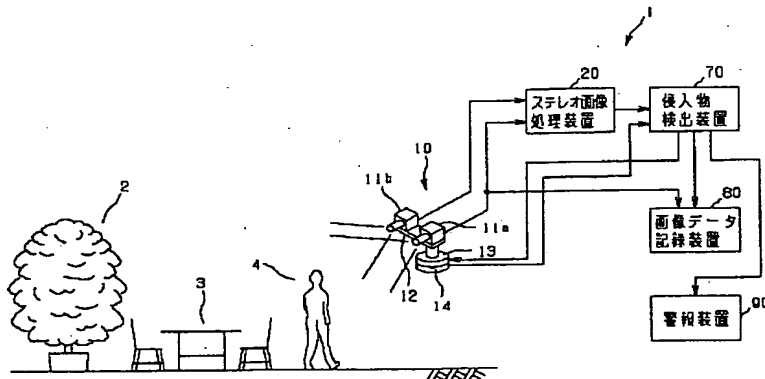
1 … 監視装置

10 … ステレオ光学系

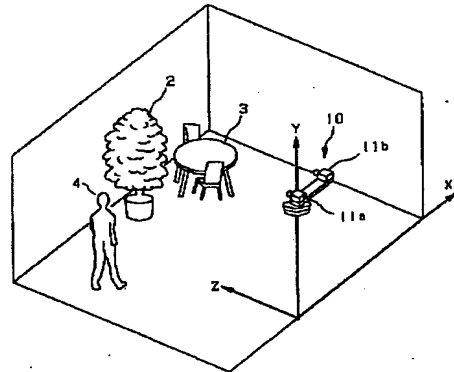
20 … ステレオ画像処理装置（ステレオ画像処理手段）

70 … 侵入物検出装置（侵入物検出手段）

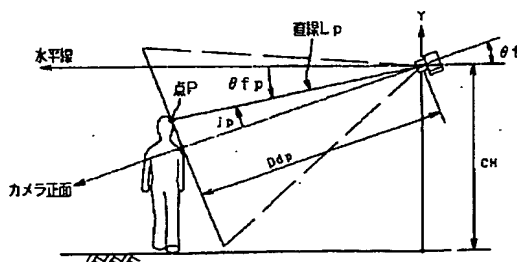
【図1】



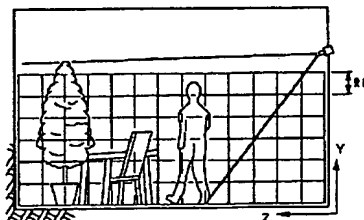
【図5】



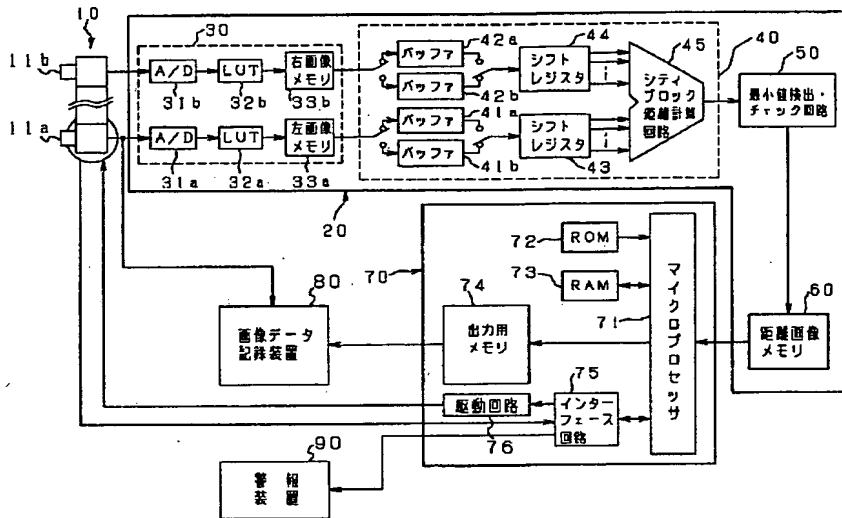
【図7】



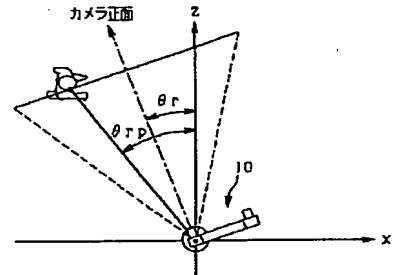
【図9】



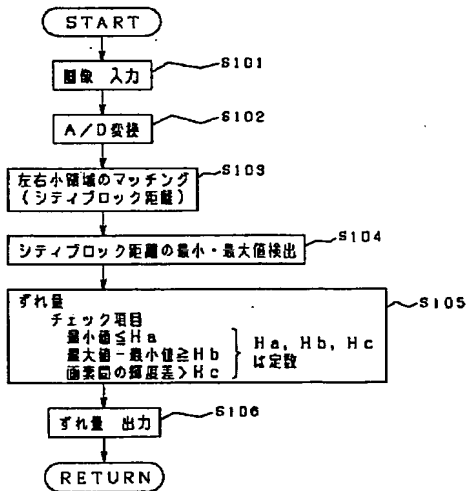
【図2】



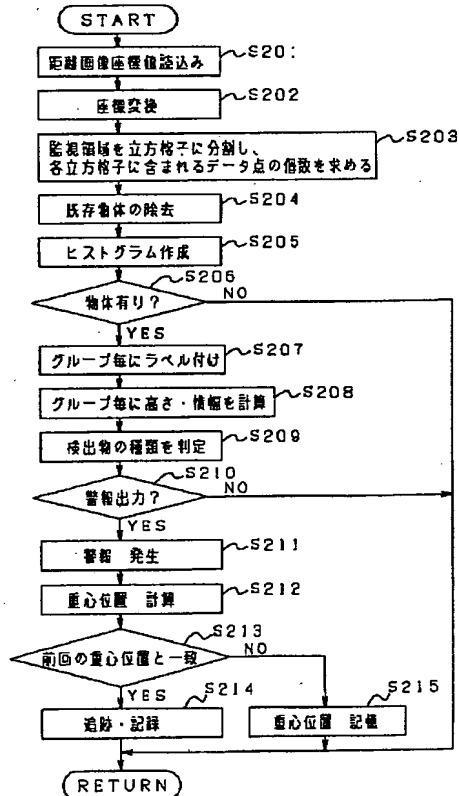
【図8】



【図3】



【図4】



(51)Int.Cl.	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 8 B 13/196			H 0 4 N 7/18	D
21/00			G 0 1 S 11/00	B
25/00	5 1 0		G 0 1 V 9/04	S
H 0 4 N 7/18			G 0 6 F 15/70	4 1 0

THIS PAGE BLANK (USPTO)